

Penyajian dan spesifikasi data keandalan untuk komponen elektronik

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata.....	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Persyaratan untuk penyajian data keandalan	1
5 Penyajian data keandalan.....	4
Lampiran A Contoh laporan.....	7
Lampiran B Teknik analisis data.....	10



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Penyajian dan spesifikasi data keandalan untuk komponen elektronik”, diadopsi secara modifikasi dari standar *International Electrotechnical Commission (IEC) Publikasi 60319 third edition (1999-09)* dengan judul “*Presentation and specification of reliability data for electronic components*”. Standar ini telah melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus XIX pada tanggal 9 sampai dengan 10 Oktober 2002 di Jakarta yang dilaksanakan oleh Panitia Teknis Keandalan Sistem dan Peralatan Ketenagalistrikan (PTKS) berkoordinasi dengan Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul perbaikan demi kesempurnaan rancangan ini dan tak kalah pentingnya untuk revisi standar ini dikemudian hari. Bila terdapat ketidakjelasan terhadap isi materi standar ini, maka yang dianggap berlaku adalah sebagaimana yang tertera pada teks asli IEC tersebut.



Penyajian dan spesifikasi data keandalan untuk komponen elektronik

1 Ruang lingkup

Standar ini memberi petunjuk untuk pengumpulan dan penyajian data yang dibutuhkan untuk memahami sifat keandalan dari suatu komponen. Standar ini juga memberi petunjuk kepada pengguna komponen seperti halnya bagaimana pengguna menetapkan persyaratan keandalan untuk pabrik komponen. Standar ini tidak membedakan antara data tentang kegagalan atau pengoperasian tanpa kegagalan atau gangguan.

Informasi faktual yang diperoleh dari laboratorium pengujian harus tersedia bagi perancang sirkuit dan perancang perlengkapan untuk memudahkan evaluasi keandalan sirkuit dan sistem.

2 Acuan normatif

Dokumen normatif berikut berisi ketentuan yang secara keseluruhan merupakan acuan dalam menyusun ketentuan standar ini. Untuk acuan lama, amendemen yang mengikuti atau revisinya jangan digunakan. Bagaimanapun, para pihak yang kesepakatannya berdasarkan pada standar ini didorong untuk mempelajari kemungkinan penggunaan edisi paling akhir dari dokumen normatif yang tersebut di bawah. Untuk acuan mutakhir, berlaku dokumen normatif edisi paling akhir. Anggota Panitia Teknis mempertahankan daftar Standar yang berlaku saat ini.

IEC 60050 (191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service.*

IEC 61360-4:1997, *Standard data element types with associated classification scheme for electric components – Part 4: IEC reference collection of standard data element types, component classes and terms.*

3 Istilah dan definisi

Untuk standar ini berlaku istilah dan definisi yang ada pada IEC 60050(191).

4 Persyaratan untuk presentasi data keandalan

4.1 Umum

Apabila memungkinkan, sebaiknya informasi diperoleh dengan menggunakan pengujian keandalan yang standar. Bagaimanapun, jika beberapa data yang disyaratkan tidak ada, maka langkah selanjutnya, sebaiknya data diambil dari pengujian yang dikhususkan.

Jika hal ini tidak mungkin, estimasi generik atau data dari gawai yang ekuivalen dapat digunakan dengan menganggap bahwa hal ini dinyatakan dalam penyajian data.

Data berikut atau data serupa yang sebaiknya diberikan oleh pabrik komponen atau yang dimintakan oleh pengguna komponen, yaitu: identifikasi komponen, teknologi komponen,

spesifikasi elektrik, spesifikasi lingkungan, metode pemilihan komponen sampel, hal yang terkait dengan pengujian, data kegagalan.

4.2 Identifikasi komponen yang diuji

4.2.1 Umum

Informasi yang diberikan untuk mengidentifikasi komponen harus sesuai dengan publikasi IEC yang terkait untuk tipe komponen yang diuji apabila memungkinkan. Jika publikasi IEC tidak tersedia, spesifikasi komponen lain harus digunakan dan sumber spesifikasi harus disebutkan. Karena merupakan persyaratan minimum, informasi berikut harus diberikan. Hanya informasi yang dapat diterapkan ke tipe komponen khusus yang harus diberikan.

4.2.2 Identifikasi komponen

- Uraian tipe komponen dengan rincian cukup yang mengidentifikasi secara unik tipe komponen, sebagai contoh *N-channel V-MOS transistor*. Apabila tersedia, nomor spesifikasi sebaiknya diberikan.
- Nomor *part* komponen. Jika tersedia, sebaiknya diberikan nomor *part* yang universal, sebagai contoh nomor *stock*; dengan kata lain sebuah nomor *part* spesifik pabrik komponen dapat diberikan.
- Nama pabrik dan alamat pabrik. Tujuannya adalah untuk memudahkan akses bila dibutuhkan informasi yang lebih rinci.
- Tanggal pembuatan atau nomor lot atau *batch* produksi lain yang terkait dengan identifikasi. Informasi ini akan memudahkan akses ke komponen lain yang diproduksi pada waktu yang sama bila sampel menimbulkan masalah.
- Status produksi komponen, sebagai contoh sampel pengembangan, pra-produksi, standar produksi, teknologi terbaru.
- Informasi mengenai kesesuaian dengan standar lain yang diakui harus diberikan apabila memungkinkan.

4.3 Teknologi komponen

- Uraian teknologi komponen dasar, sebagai contoh *metal film resistor*.
- Uraian umum proses produksi, sebagai contoh *ion beam epitaxy*.
- Informasi kemasan, sebagai contoh plastik, *hermetic weld*, dan lain-lain.
- Resistan termal, sebagai contoh $R_{th, j-a}$, $R_{th, j-c}$.
- Kompleksitas sirkuit.
- Metode terminasi, sebagai contoh *endcaps*, DIL, SMD.

4.4 Spesifikasi elektrik komponen

- Informasi relevan tentang nilai pengenalan dan karakteristik harus tersedia. Acuan yang diperoleh dari spesifikasi komponen yang dapat diterapkan akan tergantung pada tipe pengujian yang dilaksanakan. Sebagai contoh jika uji siklus daya dilakukan maka nilai pengenalan hamburan daya harus diberikan.
- Harus diberikan informasi tentang setiap pra uji untuk *screening* komponen uji yang mungkin telah dilaksanakan. Hasil *screening* tersebut harus diberikan.

4.5 Spesifikasi lingkungan komponen

Harus ada informasi mengenai kondisi lingkungan maksimum dimana komponen dapat bertahan, sebagai contoh suhu, kelembaban, percepatan.

4.6 Metode pemilihan komponen sampel

Uraian prosedur pemilihan sampel harus diberikan, sebagai contoh pengambilan dengan laju 10 bagian per pekan selama periode 10 pekan atau 100 buah dipilih secara acak dari lot yang dibeli berisi 10.000 buah.

4.7 Hal yang terkait dengan pengujian

Sedapat mungkin kondisi pengujian komponen yang diuji harus ada pada publikasi SNI/IEC yang relevan. Jika publikasi SNI/IEC tidak tersedia, spesifikasi pengujian lain harus digunakan dan sumber spesifikasi harus disebutkan. Informasi minimum berikut harus ada:

- a) Sumber hasil uji, sebagai contoh departemen jaminan mutu pada pabrik tersebut
- b) Uraian kondisi pengujian yang digunakan, sebagai contoh kondisi listrik, kondisi mekanik dan kondisi lingkungan. Kondisi pengujian harus diidentifikasi dengan mengutip SNI/IEC yang relevan atau spesifikasi pengujian lain bila memungkinkan.
- c) Jumlah komponen yang diuji. Apabila komponen tersedia dalam jumlah dengan nilai yang berbeda, sebagai contoh resistor, kapasitor; nilai yang diuji dan jumlah setiap nilai harus disebutkan.
- d) Uraian karakteristik yang diukur, sebagai contoh resistansi, dan kondisi pengukuran. Apabila kondisi pengukuran ditetapkan oleh SNI/IEC atau spesifikasi lain, maka nomor spesifikasi harus disebutkan.
- e) Jika lebih dari satu metode pengukuran karakteristik diperbolehkan, maka uraian metode yang digunakan harus disebutkan. Uraian ini sebaiknya berisi semua rincian yang relevan.
- f) Tanggal mulai pengujian, durasi dan interval pengukuran harus disebutkan.
- g) Apabila ada penundaan antara berhentinya pengujian dan dimulainya pengukuran, maka durasi waktu harus disebutkan. Kondisi penyimpanan selama penundaan juga harus disebutkan. Setiap stres yang mengkondisikan komponen diterapkan sebelum pengukuran juga harus disebutkan.

4.8 Data kegagalan

4.8.1 Persyaratan umum

- a) Jumlah kegagalan teramati, yang dikategorikan oleh kondisi pengujian dan tipe kegagalan, sebagai contoh moda kegagalan dan toleransi parameter yang dilampaui (lihat 4.8.2 a).
- b) Waktu pada saat kegagalan terjadi atau kegagalan diverifikasi.
- c) Kejadian khusus selama pengujian, sebagai contoh kejadian yang mungkin mempengaruhi hasil uji.

- d) Pernyataan tentang mekanisme kegagalan, jika diketahui.
- e) Data pengujian harus disajikan apabila memungkinkan. Metode penyajian data tersebut diberikan dalam Lampiran B.
- f) Jika data dari pengujian tidak digunakan, maka data tersebut dan alasan mengapa tidak diberikan dalam penyajian atau hasil uji, harus dijelaskan secara terpisah.

4.8.2 Persyaratan tambahan

- a) Kriteria kegagalan
Kriteria kegagalan untuk komponen (untuk kegagalan degradasi juga untuk kegagalan katastrophik), secara umum ditentukan oleh persyaratan yang diberikan pada spesifikasi yang diacu dalam pembuatan laporan pengujian. Jika kriteria kegagalan untuk komponen tidak diberikan dengan spesifikasi acuan, maka kriteria tersebut harus disebutkan.
- b) Laju kegagalan yang dapat dianggap konstan
Jangka waktu pengujian komponen selama laju kegagalan dianggap konstan harus ditunjukkan.
- c) Laju kegagalan yang tidak dapat dianggap konstan
Jangka waktu pengujian keseluruhan dapat dibagi ke dalam sejumlah periode terpisah dan hasil untuk setiap periode ini dievaluasi secara terpisah. Periode waktu yang dibutuhkan yang harus dibedakan dan jumlah kegagalan yang terjadi selama setiap periode waktu harus diberikan. Jika laju kegagalan tersebut dapat diperkirakan dengan memuaskan secara fungsi matematik, maka akan berguna untuk menampilkan fungsi ini, juga periode selama dapat diterapkan.
- d) Pengaruh stres
Karena laju kegagalan tergantung pada tipe dan intensitas stres, semua data laju kegagalan harus disajikan dengan tingkat stres yang diterapkan. Selanjutnya, penting untuk mengetahui korelasi antara laju kegagalan dan stres (suhu, daya, vibrasi, dan lain-lain), dan apabila memungkinkan, energi aktivasi mekanisme kegagalan harus diberikan. Oleh karena itu, laju kegagalan yang didapat pada tingkat stres yang berbeda harus diberikan secara terpisah.

5 Penyajian data keandalan

5.1 Umum

Pabrik komponen perlu menyajikan data keandalan bagi pengguna dalam rangka membuat keputusan penggunaan juga memprediksi laju kegagalan dan resiko. Data tentang kinerja dan prediksi keandalan harus disajikan dua cara, dalam bentuk ringkas dan dalam bentuk laporan rinci yang memberikan data tentang berbagai pengujian yang dilakukan dan hasilnya.

5.2 Penyajian data ringkas

Laporan ringkas sebaiknya berisi uraian identifikasi komponen seperti tertera dalam 4.2 dan 4.3. Acuan harus ada untuk informasi yang disyaratkan oleh 4.4, 4.5 dan 4.6. Acuan untuk informasi yang disyaratkan dalam 4.7 harus diberikan dan informasi lengkap seperti yang disyaratkan oleh 4.8 juga harus diberikan.

Penting bagi pabrik komponen memberikan data ringkas tentang keandalan karakteristik dan faktor yang mempengaruhi prediksi laju kegagalan komponen dalam lembar data komponen. Contoh praktis diberikan dalam Ayat A.1.

Penting bagi semua pabrik komponen memberikan data keandalan dalam bentuk singkat. Tidak perlu bagi pengguna untuk melihat beberapa dokumen untuk mendapatkan data dasar. Uraian data pengujian keandalan diberikan secara terpisah.

5.3 Penyajian data rinci

5.3.1 Umum

Sebagai tambahan untuk informasi yang disajikan dalam suatu laporan ringkas, informasi keandalan lebih rinci sering tersedia. Informasi ini harus disajikan dengan cara seperti diuraikan di bawah.

Laporan rinci harus berisi semua informasi yang diberikan dalam laporan ringkas dan proses persyaratan kualifikasi, metode pengujian dan kondisi, laju kegagalan, data proses produksi, dan data kemasan/pengkapsulan.

Formulir isian mencakup data yang paling menarik sebagai dasar untuk prediksi keandalan yang disajikan dalam dua bagian berbeda:

- informasi umum
- informasi spesifikasi tipe komponen.

Bagian informasi umum berisi informasi yang dibutuhkan untuk semua jenis komponen dan harus berisi proses persyaratan kualifikasi, metode pengujian dan kondisi, laju kegagalan, data proses produksi dan data kemasan/pengkapsulan. Informasi spesifik tipe komponen dicakup oleh bagian kedua dimana parameter penting yang mempengaruhi keandalan dimasukkan dalam daftar. Contoh praktis diberikan dalam Ayat A.2.

5.3.2 Informasi umum

a) Identifikasi

Informasi mengenai komponen yang diuji, seperti dalam 4.2

b) Persyaratan kualifikasi

Dalam judul standar ini, persyaratan dan kriteria penerimaan tertera.

Data yang disyaratkan dalam Sub-ayat ini termasuk:

- tipe pengujian yang sudah dilaksanakan;
- pengujian yang disensor/tidak disensor. Jika disensor sebutkan apakah pengujian gagal atau *time censored*;
- jumlah lot yang diuji dan metode pemilihan (acak atau yang lainnya);
- ukuran sampel pengujian; jumlah yang diterima/ditolak harus disebutkan.

c) Metode pengujian dan kondisi yang diterapkan

Informasi lengkap seperti diuraikan dalam 4.7 harus diberikan. Data berikut atau informasi berikut disyaratkan:

- asal sumber;
- uraian kondisi pengujian;
- jumlah komponen yang diuji;
- uraian karakteristik;
- metode pengukuran;
- tanggal mulai pengujian, durasi, interval pengukuran dan penundaan.

- d) Data proses pabrikasi
Data yang terkait dengan keandalan berguna untuk tujuan prediksi. Faktor kepentingan mengenai proses pabrikasi komponen elektronik yang utama adalah:
- teknologi komponen
 - proses *screening*, metode dan keefektifan
 - hasil analisis kegagalan
- e) Data kemasan/pengkapsulan
Untuk mengidentifikasi faktor yang dipengaruhi oleh kelemahan atau kekuatan kemasan komponen, dibutuhkan informasi berikut:
- gambar fisik;
 - konstruksi;
 - karakteristik termal (resistan termal, *junction-case*, *junction-ambient*).
- f) Informasi kegagalan
Hasil analisis kegagalan harus tersedia.
Laju kegagalan yang ditemukan akan lebih baik dinyatakan dalam kegagalan per 10^9 jam ($10^{-9} \text{ h}^{-1} = 1 \text{ FIT}$) pengoperasian. Nilai 60% sering digunakan sebagai batas atas tingkat kepercayaan untuk laju kegagalan.

Dalam semua kasus, umur rata-rata, distribusi kegagalan dan pengaruh penurunan laju (*derating*) harus dinyatakan. Untuk komponen yang mempunyai umur terbatas, sebaiknya disarankan model yang sesuai, sebagai contoh distribusi Weibull. Moda kegagalan harus dinyatakan dalam persen kejadian. Kegagalan mekanik yang diidentifikasi harus dinyatakan bersama dengan energi aktivasi terkait (*associated activation energies*) dan julat suhu.

Data yang diperoleh dari pengujian keandalan harus disajikan dengan menggunakan metode grafik selama memungkinkan. Teknik untuk analisis data tersebut dan perubahannya ke bentuk grafik diberikan dalam Lampiran B. Teknik diagram *scatter*, bagan probabilitas dan plot persentase disarankan. Lampiran B juga berisi metode untuk penyajian data dalam bentuk tabel dan menghasilkan tabel statistik.

5.3.3 Informasi spesifik komponen yang dibutuhkan

Contoh informasi spesifik yang diperlukan untuk tipe komponen yang berbeda dapat ditemukan dalam IEC 61360-4.

Lampiran A (informatif) Contoh laporan

A.1 Contoh laporan ringkas

Identifikasi

Tipe : Spesifikasi mikroprosesor: CE90110
 Nomor *part* : 123456
 Pabrik : XMAX, Singapura
 Tanggal : Pekan ke 6 tahun 1996
 Lot : S5678
 Status : *Part* produksi standar; memenuhi CE90110

Teknologi

Teknologi komponen : HCMOS (High-density complementary metal oxide semiconductor), pelogaman dari TiW-AlCu-TiW
 Produksi : Proses 1,5 μm standar, single level metal
 Kemasan : 160 pin plastic Japanese quad flat
 Terminasi : 0,65 lead pitch standar EIAJ
 Spesifikasi listrik : IEC 4x
 Spesifikasi lingkungan : IEC 4x
 Kondisi penyimpanan : Disimpan dalam kondisi aman ESD
 Metode pemilihan sampel : Acak dari produksi satu pekan

Kondisi pengujian

Jumlah lot yang dipilih secara acak
 untuk pengujian : 3
 Ukuran Lot (HTOL, THB) : 300

Ukuran sampel acak per lot yang diuji

Sesuai dengan spesifikasi pabrik yang disepakati pengguna; 100 komponen yang diuji; pengujian fungsi secara penuh seperti yang diuraikan oleh pabrik; pengujian dimulai 1 Maret 1995, durasi tiga bulan; interval pengukuran satu pekan; tidak ditemukan penundaan.

Informasi kegagalan

Jumlah kegagalan : 3
 Moda kegagalan : Kegagalan fungsi penuh (3 kasus)
 Laju kegagalan : $52 \times 10^{-9} \text{h}^{-1}$ pada suhu junction 75 °C
 E_a : 0,7 eV
 Batas atas tingkat kepercayaan : 60 %

A.2 Contoh laporan rinci

Identifikasi

Tipe	: Mikroprosesor
Spesifikasi	: CE90110
Nomor <i>part</i>	: 123456
Pabrik	: XMAX, Singapura
Tanggal	: Pekan ke 6 tahun 1996
Lot	: S5678
Status	: <i>Part</i> produksi standar; memenuhi CE90110

Teknologi

Material	: HCMOS (High-density complementary metal oxide semiconductor), pelogaman dari TiW-AlCu-TiW
Produksi	: Proses 1,5 μm standar, single level metal
Kemasan	: 160 pin plastic Japanese quad flat package
Terminasi	: 0,65 lead pitch standar EIAJ
Spesifikasi listrik	: IEC 4x
Spesifikasi lingkungan	: IEC 4x
Kondisi pengujian	: Menurut spesifikas pabrik yang sesuai dengan data persyaratan kualifikasi pengguna
Uji lingkungan yang dilaksanakan	: HTOL, 85 °C/ kelembaban relatif 85 %
Uji terkait proses yang dilaksanakan	: ESD, latch-up, hot electron, gate oxide integrity, electromigration
Jumlah lot yang dipilih secara acak	: 3
Ukuran Lot (HTOL, THB)	: 300
Siklus suhu, termal	: 150
Kriteria diterima/ditolak	
- Pengujian lingkungan	: 1/2
- ESD	: 0/1
- Latch-up	: >100 mA
- Hot electron	: Threshold voltage >50 mV
- Gate oxide integrity	: Oxide break >100 μA
- Electromigration	: $\Delta R/R < 30\%$

Data pada metode dan kondisi pengujian

<u>Pengujian</u>	<u>Durasi</u>	<u>Kondisi</u>	<u>Standar</u>
High Temp. Oper. Life (HTOL)	1 000 jam	125 °C, 5,5 V	MIL883 metode 1005
Suhu, kelembaban, bias (THB)	1 000 jam	85 °C, 85% RH	JEDEC 22B, A101
Siklus suhu	1 000 siklus	-65/+150 °C	MIL883 metode 1010
Kejut termal	1 000 siklus	-65/+150 °C	MIL883 metode 1011

Titik pembacaan adalah: 168, 500, 1 000 jam dan 250, 500, 1000 siklus.

Data proses pabrikasi

Teknologi : HCMOS, HDR15, 1,5 µm, single level metal TiW-AlCu-TiW
 Screening : Burn-in 24 h, 7,0 V

Hasil analisis kegagalan:

<u>Pengujian</u>	<u>Pembacaan</u>	<u>Kesimpulan</u>
HTOL	168 jam 168 jam 500 jam	oksida film tipis kontaminasi <i>Poly short</i> karena
photoresistance menjadi karbon		
THB:85/85	168 jam	Korosi
Kejut termal	1 000 siklus	Partikel metal penyebab <i>short</i>

Data kemasan/pengkapsulan

Gambaran : 160 pin plastic Japanese quad flat package
 Konstruksi : Standar EIAJ , 0,65 lead pitch
 Karakteristik termal : RTH j-a = 30 K/W, RTH j-c = 7 K/W

Informasi kegagalan

Jumlah kegagalan : 3
 Moda kegagalan : Kegagalan fungsi penuh (3 kasus)
 Laju kegagalan : $52 \times 10^{-9} \text{h}^{-1}$ pada suhu junction 75 °C
 E_a : 0,7 eV

Batas atas tingkat kepercayaan : 60 %

Lampiran B (informatif) Teknik analisis data

B.1 Data primer

Untuk setiap item yang diuji, data primer terdiri dari pengukuran suatu karakteristik komponen yang diperoleh pada waktu atau jumlah pengoperasian atau siklus yang berurutan.

Sebagai contoh, Tabel B.1 memperlihatkan dampak suatu pengujian daya tahan pada penguatan 50 silikon planer transistor (Silicon planar transistors).

Tabel B.1 Data primer (contoh)

Nomor komponen	Penguatan masing-masing Transistor pada :					Nomor komponen	Penguatan masing-masing Transistor pada :				
	0 jam	168 jam	336 jam	672 jam	1000 jam		0 jam	168 jam	336 jam	672 jam	1000 jam
1	68	65	59	63	62	26	52	51	46	49	49
2	118	98	77	50	37	27	93	93	83	95	97
3	59	53	50	53	52	28	64	59	54	58	58
4	77	69	62	65	63	29	54	52	49	51	52
5	67	64	58	62	61	30	112	126	108	125	130
6	85	85	75	83	83	31	101	99	84	94	100
7	130	108	92	107	107	32	82	77	68	75	75
8	106	113	97	111	110	33	93	114	94	110	113
9	74	72	64	69	68	34	107	104	90	101	103
10	83	87	82	89	88	35	89	87	77	84	84
11	74	74	72	65	71	36	104	101	87	98	99
12	115	100	85	91	90	37	78	79	70	76	78
13	68	58	52	56	56	38	95	84	74	81	81
14	86	95	84	96	97	39	56	56	511	55	55
15	73	66	58	62	62	40	58	44	40	40	40
16	62	62	56	61	60	41	52	51	47	50	50
17	62	62	56	61	60	42	71	70	63	67	67
18	73	72	66	72	73	43	54	53	49	52	52
19	50	46	42	44	43	44	63	54	49	52	52
20	54	52	47	50	50	45	126	105	90	103	102
21	62	51	46	49	49	46	70	67	60	64	65
22	106	99	85	94	94	47	65	61	56	59	60
23	55	53	49	52	52	48	60	59	53	57	58
24	64	61	54	59	58	49	53	52	48	50	50
25	83	80	71	77	80	50	58	54	49	51	50

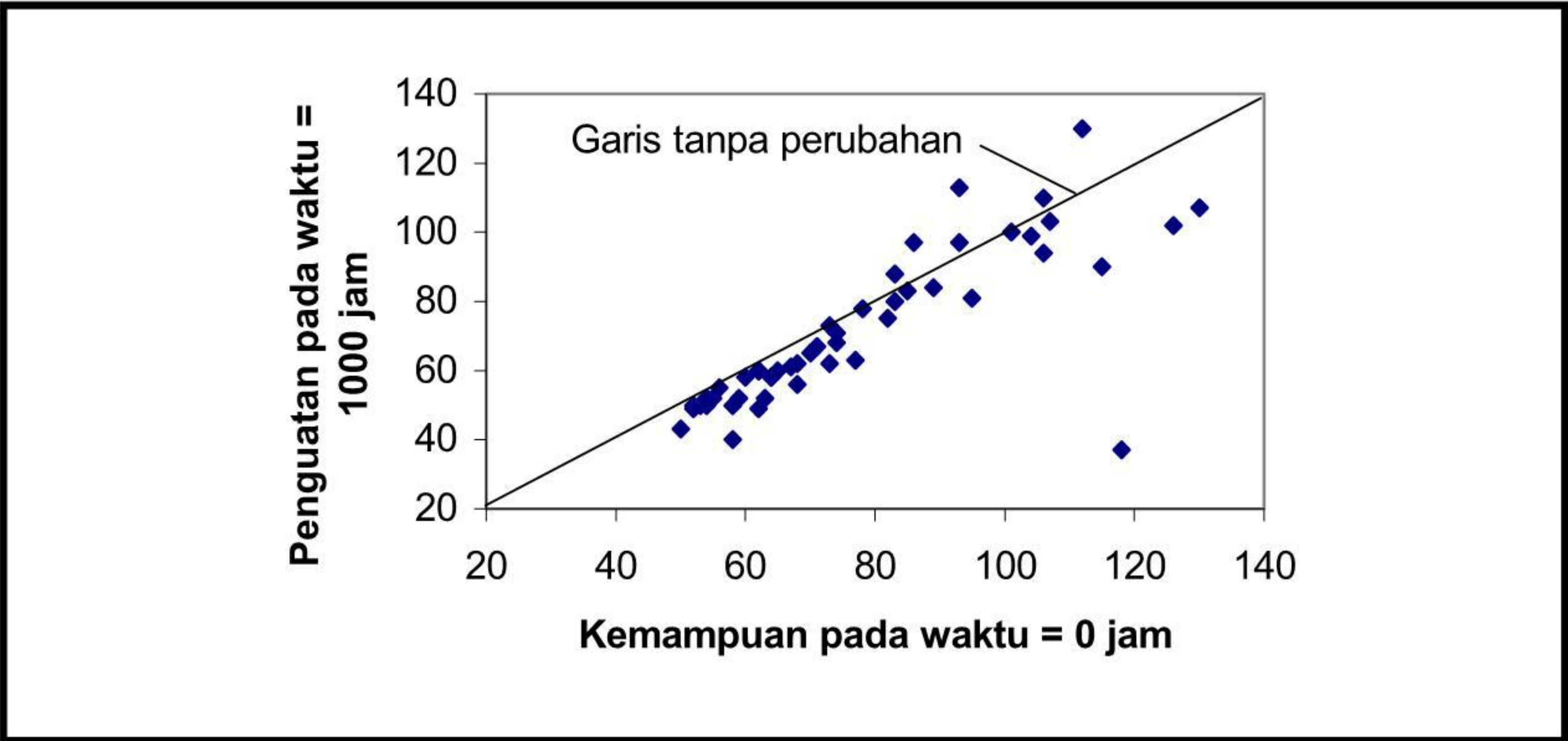
Penyajian tersebut berisi informasi lengkap yang ada pada suatu pengujian daya tahan melalui pengukuran setiap komponen yang diuji. Informasi tersebut merupakan dasar untuk semua metoda penyajian numerik dan grafik dari perilaku aliran yang diuraikan selanjutnya. Sering kali, pengukuran tidak disajikan dalam bentuk tabel, tetapi diproses oleh converter analog ke digital yang keluarannya adalah data yang memungkinkan penggunaan komputer untuk evaluasi numerik dan grafik. Apabila jumlah contoh uji banyak, tabel menjadi terlalu kompleks sehingga tidak mudah untuk memberikan suatu tinjauan keseluruhan perubahan karakteristik komponen.

B.2 Metoda grafik

Metoda grafik secara umum lebih ilustratif dari pada tabulasi. Secara kilas metode grafik memberikan distribusi atau ketergantungan waktu pengukuran dan memungkinkan penilaian nilai rata-rata dan tipe distribusi, juga ekstrapolasi suatu ketergantungan waktu tanpa menggunakan cara matematis.

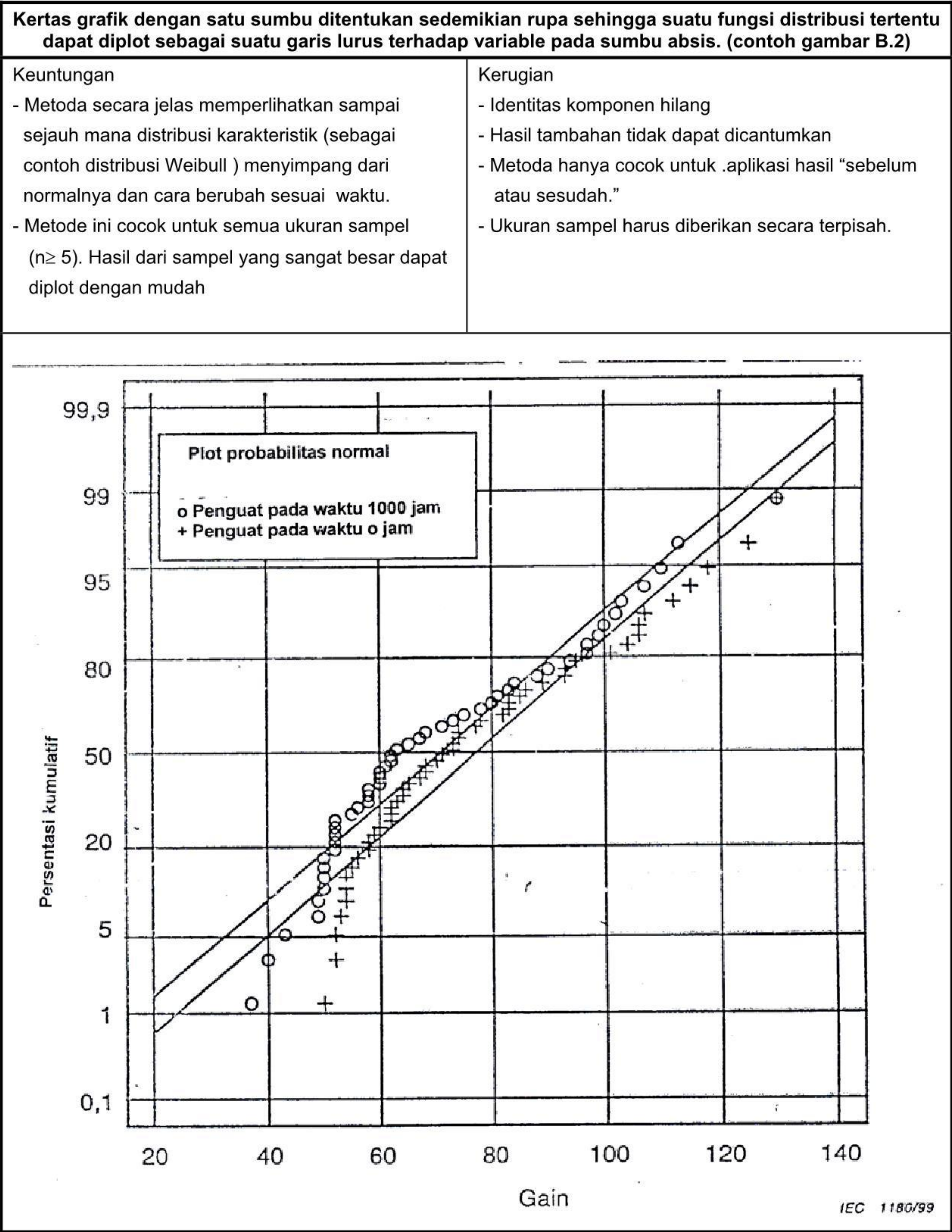
B.2.1 Diagram Scatter

Diagram scatter memperlihatkan hubungan antar variabel pengukuran (contoh gambar B.1)	
Keuntungan Identitas komponen terpelihara Hasil tambahan dapat dengan mudah dicantumkan	Kerugian - Metoda hanya sesuai untuk aplikasi pada hasil “sebelum atau sesudah”. Metoda ini tidak dapat digunakan secara tepat untuk memperlihatkan pola perubahan berlanjut selama Metoda ini hanya memberikan suatu gambaran yang sangat kasar tentang karakteristik distribusi. Ukuran sampel harus diberikan secara terpisah.



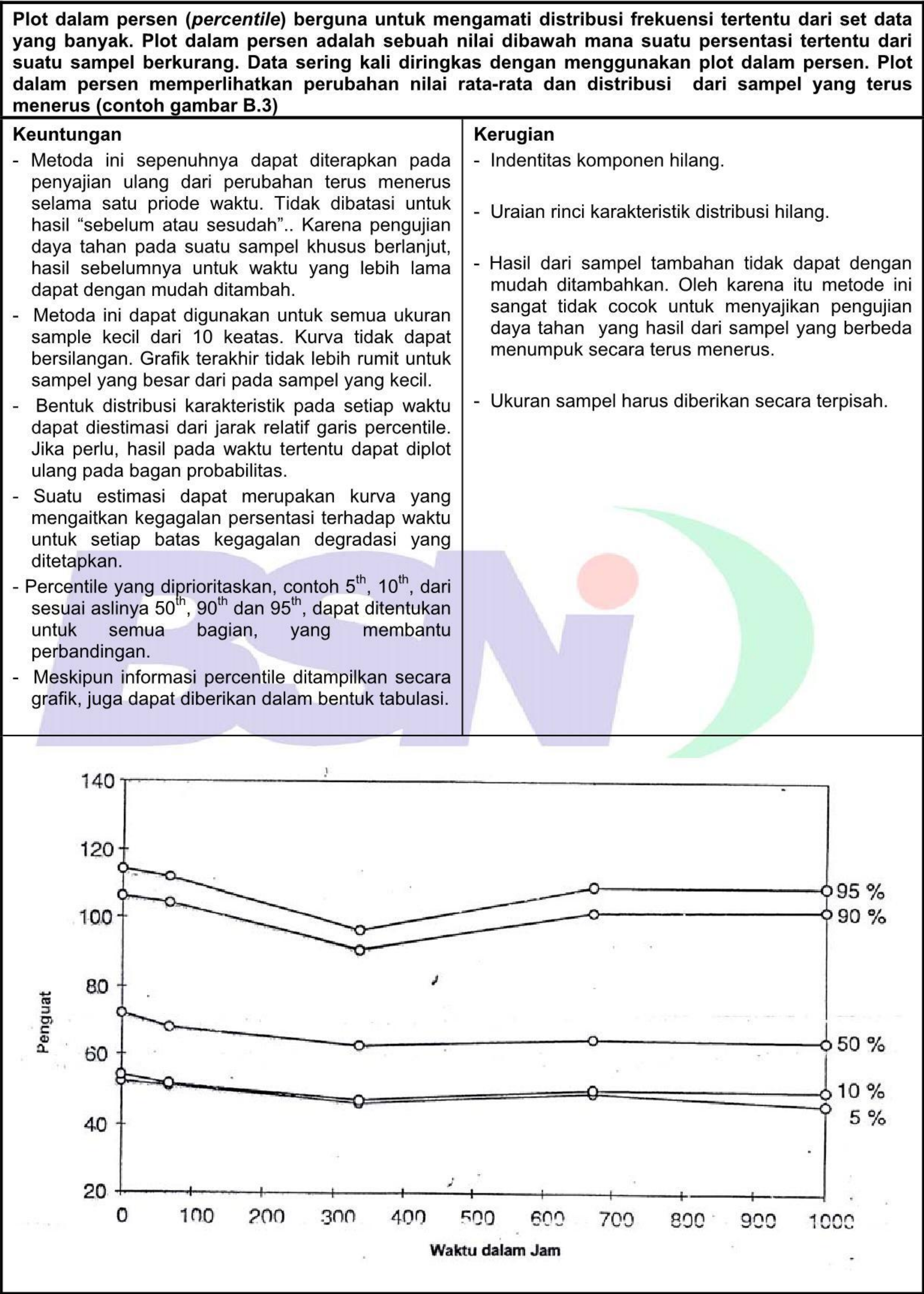
Gambar B.1 Plot diagram scatter (contoh)

B.2.2 Bagan probabilitas



Gambar B.2 Plot bagan probabilitas (contoh)

B.2.3 Plot dalam persen(percentile)



Gambar B.3 Plot dalam persen (percentile) (contoh)

B.3 Metode Numerik

Metoda pengambilan pengukuran secara otomatis dan pengolahan data seperti yang diterapkan untuk menguji jumlah komponen yang besar membutuhkan aplikasi metoda numerik. Apakah, dan sejauh mana, hasil final ditabulasi atau diplot akan tergantung pada tujuan investigasi.

B.3.1 Tabel distribusi frekuensi yang dikelompokkan.

Distribusi frekuensi adalah hubungan antara nilai suatu karakteristik dan frekuensi absolut atau relatifnya. Distribusi sering disajikan dalam bentuk tabel dengan pengelompokan khusus (klas) jika nilai diukur pada skala tetap. Akan lebih disukai menggunakan sajian dalam bentuk grafik seperti histogram.

Jumlah kelompok lebih disukai antara 5 dan 25.

Keuntungan

- Metoda sepenuhnya dapat diterapkan pada penyajian ulang dari perubahan terus menerus selama satu periode waktu. Tidak dibatasi untuk hasil "sebelum atau sesudah". Karena suatu pengujian daya tahan pada sampel khusus berlanjut, hasil selanjutnya untuk waktu yang lebih lama dapat ditambahkan dengan mudah
- Metode ini dapat diterapkan untuk ukuran semua sampel dari 100 keatas. Untuk sampel yang banyak, lebih menguntungkan dengan menyatakan frekuensi sebagai persentasi komponen.
- Hasil untuk suatu waktu tertentu dapat diplot pada bagan probabilitas.
- Suatu estimasi dapat merupakan kurva yang mengaitkan kegagalan persentasi terhadap waktu untuk setiap batas kegagalan degradasi yang ditetapkan.
- Hasil dari sampel tambahan diikutkan pada pengujian daya tahan yang sama dapat dengan mudah ditambahkan. Ini suatu keuntungan tersendiri terhadap metoda plot percentile.
- Ukuran sampel dengan segera kelihatan.

Kerugian

- Identitas komponen hilang
- Uraian rinci dari karakteristik distribusi hilang.
- Tidak mungkin untuk menetapkan lebar sel/julat yang lebih disukai yang dapat diterapkan ke semua karekteristik dan semua bagian. Dalam hal ini plot percentile, karena mempunyai keuntungan untuk percentile yang lebih disukai dapat ditetapkan dengan mudah. Dalam hal ini plot percentile mempunyai keuntungan karena mempunyai keuntungan untuk dalam persen yang lebih disukai dapat ditetapkan dengan mudah.

Contoh

Tabel B.2 Frekuensi yang dikelompokkan (data dari tabel B.1)

	Jumlah transistor yang mempunyai penguatan dalam julat yang ditetapkan pada waktu berikut :				
Julat penguatan	0 Jam	168 jam	336 jam	672 jam	1000 jam
Kurang dari 40	0	0	0	0	1
40 - 50	12	17	24	21	18
60 - 79	19	15	13	13	14
80 - 99	9	10	12	10	10
100 - 119	8	7	1	5	6
Lebih besar dari 119	2	1	0	1	1
Total	50	50	50	50	50

B.3.2 Parameter statistik

Dalam banyak hal, dan khususnya, apabila diketahui bentuk distribusi nilai pada suatu titik waktu tertentu dan untuk setiap karakteristik yang dipertimbangkan (misalnya distribusi normal), maka akan berguna kalau parameter statistik distribusi pada titik tersebut ditunjukkan

Beberapa parameter statistik yang dikenal adalah estimasi nilai rata-rata, nilai tengah, varian, deviasi standar, julat dan koefisien korelasi.

Estimasi untuk parameter statistik adalah:

Nilai rata-rata	
Nilai tengah	
Varian	
Deviasi standar	
Julat	
Koefisien korelasi Antara sumbu x dan y	
Keuntungan <ul style="list-style-type: none"> - Perubahan terhadap waktu dinyatakan dengan istilah berbagai parameter yang memungkinkan suatu evaluasi yang menyeluruh - Metoda sepenuhnya dapat diterapkan untuk penyajian perubahan terus menerus selama satu periode waktu. - Dapat diterapkan untuk semua ukuran sampel - Karena suatu pengujian daya tahan terhadap komponen khusus berlanjut, hasil selanjutnya untuk waktu yang lebih lama dapat ditambahkan. - Stabilitas pola perubahan pada parameter komponen dalam distribusi diperlihatkan - Hasil dapat ditampilkan juga secara grafik - Kegagalan luar batas (outliers) dan katastrofik diberikan secara terpisah. 	Kerugian <ul style="list-style-type: none"> - Identitas komponen hilang - Hasil dari sampel tambahan tidak dapat dengan mudah ditambahkan - Uraian rinci dari distribusi karakteristik hilang.

Contoh

Tabel B.3 Parameter statistik (data dari tabel B.1)

Lama pengujian	0 Jam	168 jam	336 jam	672 jam	1000 jam
Ukuran sample	50	50	50	50	50
Nilai rata-rata	77,08	73,88	65,40	70,84	70,90
Nilai tengah	72,00	68,00	61,00	63,50	62,50
Varian	456,61	456,68	292,82	444,83	488,62
Deviasi standar	21,15	21,16	16,94	20,88	21,88
Julat	80,00	82,00	68,00	85,00	93,00

Tabel B.4 Koefisien korelasi (data dari tabel B.1)

Lama pengujian	0 Jam	168 jam	336 jam	672 jam	1000 jam
0 jam	1	0,933	0,915	0,837	0,794
168 jam		1	0,995	0,950	0,921
336 jam			1	0,969	0,944
672 jam				1	0,995
1 000 jam					1











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id